

Title of the Invention

焦点検出装置およびカメラ

FOCAL POINT DETECTION DEVICE AND CAMERA

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosures of the following priority applications are herein incorporated by reference:

Japanese Patent Application No. 2003-86456 filed March 26, 2003

Japanese Patent Application No. 2003-86457 filed March 26, 2003

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、コントラスト方式の焦点検出装置、およびその焦点検出装置を備えたカメラに関する。

2. Description of Related Art

従来、カメラのA F（自動焦点）システムとしては、一眼レフレックスカメラであれば位相差方式が、コンパクトカメラであれば外光赤外線アクティブ方式が、また、デジタルコンパクトカメラであればコントラスト方式が一般的に用いられている。これらは、カメラのタイプによってほぼ決まっていた。

そのため、デジタルコンパクトカメラでは画像撮影用の撮像素子により得られる画像信号を利用してA Fを行っているが、一眼レフ式のデジタルカメラにおいては撮像面の前面にメインミラーがあるため常に撮像素子で画像を得ることはできず、撮像素子とは別にA Fセンサを設けて位相差方式によりA Fを行っているのが一般的である（例えば、日本国特許公開 2 0 0 1 - 2 0 3 9 1 5 号）。

位相差方式においては、対物レンズに仮想的に置かれた2つの瞳を通過する光束の視差をC C D等の受光素子で検出し、その検出結果に基づいて合焦位置までの像面距離とレンズ駆動距離とを算出している。そのため、焦点検出動作が素早くできる点において優れている。また、外光式では自ら光を出射しているので、暗闇のなかでも被写体までの距離を認識することができる。一方、コントラスト

方式の場合には、撮像された画像データを利用しているので特別な機構を必要とせず、また、受光面の状況を直接モニターしているので調節ずれの心配がないという利点がある。

しかしながら、一眼レフカメラに用いられている位相差方式では、AF検出装置をカメラ内に配設するため、コンパクト性の点で問題があった。また、直接受光面の状況をモニターしているわけではないので、調節ずれの心配があった。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明によるカメラでは、被写体観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、撮影光学系を介して入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する空間変調光学フィルタと、検出した光に応じた信号を出力する光電変換素子と、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を光電変換素子に導く光学素子と、変調された被写体光束を受光した光電変換素子から出力される信号に基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備える。

空間変調光学フィルタは、撮影光学系によって規定される撮影画面内の複数の部分領域の内の少なくとも一つの部分領域を通過する光束を変調するものである。

さらに、空間変調光学フィルタを撮影光学系の光軸方向に沿って複数設けるとともに、空間変調光学フィルタによる被写体光束の変調およびその変調された光束の光電変換素子による検出を、各空間変調光学フィルタのそれぞれに対して行わせる光束変調制御部を備え、焦点調節状態演算手段は、複数の空間変調光学フィルタのそれぞれに対して得られる光電変換素子の出力信号に基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算するようにしても良い。

また、焦点調節状態演算手段は光電変換素子で検出される変調光束の光量を演算し、焦点調節状態演算手段で演算された光量が最大となるフォーカスレンズ位置を合焦目標位置として、撮影光学系のフォーカスレンズを移動させて合焦動作を行うオートフォーカス制御手段を設けても良い。

さらにまた、焦点調節状態演算手段は光電変換素子で検出される変調光束の光量を演算し、焦点調節状態演算手段の演算結果に基づいて光電変換素子で検出さ

れる変調光束の光量が最大となるフォーカスレンズ位置を算出するAF演算部と、AF演算部で算出されたフォーカスレンズ位置に撮影光学系のフォーカスレンズを移動させるオートフォーカス制御手段とを備えるようにしても良い。

空間変調光学フィルタを透過型の液晶表示パネルで構成し、液晶表示パネルに所定空間周波数の透過特性を有する表示パターンを表示して被写体光束の変調を行うようにしても良い。

また、光束変調制御部を、所定空間周波数の透過特性を有する表示パターンを表示する第1の表示状態と、被写体光束を透過する第2の表示状態とに制御可能なものとし、第2の表示状態において光電変換素子から出力される信号に基づいて被写体光束の測光演算を行う測光演算部をさらに備えるようにしても良い。

さらに、空間変調光学フィルタの空間周波数を可変としても良い。

本発明による焦点検出装置は、被写体観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、撮影光学系を介して入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する変調状態と、被写体光束を透過する透過状態とのいずれか一方が選択可能な空間変調光学フィルタと、検出した光に応じた信号を出力する光電変換素子と、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を光電変換素子の検出面へと導き、空間変調光学フィルタを透過した被写体光束をファインダ光学系へと導く光学素子と、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を受光した光電変換素子から出力される信号に基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備える。

空間変調光学フィルタは、撮影光学系によって規定される撮影画面内の複数の部分領域の内の少なくとも一つの部分領域を通過する光束を変調する。

また、光学素子は印加される電界に応じて光学異方性が変化する素子であって、光学素子への印加電界を制御して、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を光電変換素子の検出面へと導かせ、空間変調光学フィルタを透過した被写体光束をファインダ光学系へと導かせる光学素子制御手段を設けても良い。

撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置を、カメラの焦点板の配設位置としても良い。

また、光学素子は、電界印加時の被写体光束に対する屈折率が互いにほぼ等し

い等方性ポリマーおよび光学異方性液晶から成る高分子分散型液晶であって、等方性ポリマーの層と液晶の層とが規則的に配設された回折格子を少なくとも焦点検出エリアに備え、光学素子制御手段は、回折格子への印加電界を制御して、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を光電変換素子の検出面へと導かせ、空間変調光学フィルタを透過した被写体光束をファインダ光学系へと導かせるものでも良い。

さらに、回折格子として機能する等方性ポリマーの層および液晶の層を、光学素子に垂直入射する平行光と光電変換素子の位置に設けられた点光源から放射される光束との干渉により形成されたホログラムとしても良い。

本発明による焦点検出装置は、検出した光の光量に応じた信号を出力する光電変換素子と、被写体光束観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、電界印加時の被写体光束に対する屈折率が互いにほぼ等しい等方性ポリマーおよび光学異方性液晶から成る高分子分散型液晶パネルと、高分子分散型液晶パネルの少なくとも焦点検出エリアに設けられ、等方性ポリマーの層と液晶の層とが規則的に配設されて焦点検出エリアに入射する被写体光束を光電変換素子に集光する回折格子と、回折格子に所定パターンの電界を印加して、入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する回折パターンを回折格子に形成する液晶パネル制御手段と、光電変換素子から出力される信号に基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備える。

また、液晶パネル制御手段は、回折格子に所定パターンの電界を印加する印加モードと、回折格子への電界の印加を停止する印加停止モードを有し、印加停止モード時に、光電変換素子から出力される信号に基づいて被写体光束の測光演算を行う測光演算部を設けるようにしても良い。

さらに、高分子分散型液晶パネルよりも被写体側に配設され、焦点検出エリアの被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する変調状態と、被写体光束を透過する透過状態とのいずれか一方が選択可能な空間変調光学フィルタをさらに備え、液晶パネル制御手段は、透過状態時に回折格子に所定パターンの電界を印加する印加モードと、変調状態時に回折格子への電界の印加を停止する印加停止モードを有し、焦点調節状態演算手段は、印加モード時に光電変換素子から出力

される信号と、印加停止モード時に光電変換素子から出力される信号とに基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算するようにしても良い。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図 1 は、本発明によるカメラの一実施の形態を示す図である。

図 2 は、液晶光学部材 6 の断面図である。

図 3 は、液晶光学部材 6 の平面図である。

図 4 は、集光光学素子 1 4 の断面図であり、図 3 の II - II 断面を示したものである。

図 5 は、カメラ 1 の A F システムを説明するブロック図である。

図 6 は、デフォーカス量 x を説明する図である。

図 7 は、デフォーカス量 x に対する I の変化を示す図である。

図 8 は、 \cos 波パターンの透過率を有する濃淡縞パターンを示す図である。

図 9 は、矩形波パターン表示の一例を示す図である。

図 10 A は、フィルタ F 2 に縞パターンを表示して焦点状態検出を行う場合の、フィルタ F 1, F 2 の表示例を示す図である。

図 10 B は、フィルタ F 1 に縞パターンを表示して焦点状態検出を行う場合の、フィルタ F 1, F 2 の表示例を示す図である。

図 11 は、光強度曲線 Z を示す図である。

図 12 は、異なる空間波長 R に対する光強度 I を示す図である。

図 13 は、測光時におけるフィルタ F 1, F 2 の表示例を示す図である。

図 14 は、山登り方式におけるフォーカスレンズの移動パターンを示す図である。

図 15 は、三点内挿演算を説明する図である。

図 16 は、別個に形成されたファインダスクリーン 50 を有する液晶光学部材 6 の断面を示す図である。

図 17 は、フィルタ F 1, F 2 に T N 液晶や S T N 液晶を用いた場合の液晶光学部材 6 の断面を示す図である。

図 18 は、集光光学素子 1 40 の検出エリア 285 の部分を示す断面図である。

図 1 9 は、ホログラムの動作を説明する図であり、検出エリア 2 8 5 の電極に電圧を印加しない場合の高分子分散液晶材 1 4 5 の断面の一部を模式的に示したものである。

図 2 0 は、ホログラムの動作を説明する図であり、検出エリア 2 8 5 の電極に電圧を印加した場合の高分子分散液晶材 1 4 5 の断面の一部を模式的に示したものである。

図 2 1 は、検出エリア 2 8 5 の電極に電圧を印加しない場合の被写体光束の進行方向を説明する図である。

図 2 2 は、検出エリア 2 8 5 の電極に電圧を印加した場合の被写体光束の進行方向を説明する図である。

図 2 3 は、集光光学素子 1 4 の作成方法を示す図である。

図 2 4 は、第 2 の実施の形態における A F システムを説明するブロック図である。

図 2 5 A は、焦点状態検出時におけるフィルタ F 1 , F 2 の表示例を示す図であり、フィルタ F 2 に縞パターンを表示する場合を示す。

図 2 5 B は、焦点状態検出時におけるフィルタ F 1 , F 2 の表示例を示す図であり、フィルタ F 1 に縞パターンを表示する場合を示す。

図 2 6 は、第 3 の実施の形態における A F システムを説明するブロック図である。

図 2 7 は、液晶光学部材 6 0 の断面図である。

図 2 8 は、液晶光学部材 6 0 の平面図である。

図 2 9 は、図 2 8 の IV - IV 断面図であり、フィルタ F 1 2 の検出エリア 2 8 5 に縞パターンを形成し、フィルタ F 1 の検出エリア 2 8 5 を透過状態とした場合を示す。

図 3 0 は、図 2 8 の IV - IV 断面図であり、フィルタ F 1 の検出エリア 2 8 5 に縞パターンを形成した場合を示す。

図 3 1 は、フィルタ F 1 1 , F 1 2 を用いた場合の図 2 8 の IV - IV 断面図であり、フィルタ F 1 2 の位置における高周波成分取得時を示す。

図 3 2 は、フィルタ F 1 1 , F 1 2 を用いた場合の図 2 8 の IV - IV 断面図であり、フィルタ F 1 1 の位置における高周波成分取得時を示す。

DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

以下、本発明の実施の形態について図を用いて説明する。

－第１の実施の形態－

図１は本発明によるカメラの一実施の形態を説明する図であり、一眼レフデジタルカメラの概略構成を示す断面図である。カメラ１のレンズマウント２にはレンズ鏡筒３が装着される。レンズ鏡筒３に設けられた撮影光学系４を通った被写体光は、クイックリターンミラー５により反射されて液晶光学部材６上に結像される。液晶光学部材６は、ファインダスクリーンが配置される位置の近傍であって、撮影光学系４の予定結像面と光学的に等価な位置に配置されている。本実施の形態では、撮影光学系４の予定結像面には撮像素子１１が配置され、液晶光学部材６はファインダスクリーンを兼ねている。撮像素子１１は２次元型の撮像デバイスであり、このような撮像デバイスにはＣＣＤ型、ＭＯＳ型、ＣＩＤ型など様々な形態がある。

液晶光学部材６上に結像された被写体像は、ペンタプリズム７および接眼レンズ８を介してファインダ接眼窓９から観察することができる。また、ペンタプリズム７に導かれた光の一部は、測光センサ１０に導かれる。クイックリターンミラー５と撮像素子１１との間にはシャッター１５が配設されている。

撮影光学系４によって規定される撮影画面内にはフォーカスエリアが設定され、そのフォーカスエリアを通過した光束は、液晶光学部材６の上部に設けられた集光光学素子１４によって光電変換素子１３に集光される。光電変換素子１３は、ペンタプリズム７においてファインダ光束の反射に使用されない面、いわゆる第１面に設けられている。光電変換素子１３にはフォトダイオードやＣｄＳ等が用いられ、集光光学素子１４によって集光された光の光量を検出することができる。

図２は液晶光学部材６の断面図であり、図示下方から被写体光が入射する。２１～２３は透明基板であって、例えば、ガラス基板が用いられる。透明基板２１の下面２１ａにはファインダスクリーンが形成されている。本実施の形態では、ファインダスクリーン２１ａと撮像素子１１（図１参照）の撮像面とが撮影光学系４に対して光学的に等価となるような位置に配置されるように構成されている。

。 26a, 26b, 27a, 27bは、透明基板21, 22, 23の互いに対向する面に形成された透明導電膜（ITO）であって、それぞれ所定の電極パターンを形成している。透明導電膜26aと透明導電膜26bとの間には液晶24が、透明導電膜27aと透明導電膜27bとの間には液晶25がそれぞれ封入されている。透明基板23の上面側には集光光学素子14が貼り付けられている。

本実施の形態では、液晶24, 25にはNCA P型液晶やPN型液晶のような高分子分散型液晶が用いられている。NCA P型の高分子分散型液晶は液晶の微小粒子が等方性の高分子ポリマー中に分散した状態となっている。電圧を印加すると個々の微小粒子中の液晶分子は電界方向に配列するので、液晶の常屈折率を高分子ポリマーの屈折率とを等しく設定しておけば、入射光は散乱されずに透明状態となる。

一方、電圧を印加しない状態では液晶分子の配列はランダムになり、入射光が散乱されて非透明状態となる。配列の程度は電圧の大きさに依存しており、印加電圧を制御することにより透明状態や半透明状態とすることができる。なお、液晶24および25は所定の間隔d2に設定されており、液晶24とファインダスクリーン21aとの間隔はd1に設定されている。

図3は液晶光学部材6の平面図であり、AFの際のフォーカスエリアを示す図である。図3に示す例では、フォーカスエリアとして縦横3つずつ合計9つの矩形状検出エリア281～289が設けられている。本実施の形態では、検出エリア281～289における透明導電膜26a, 26b, 27a, 27b（図2参照）の電極パターンは、ドットマトリックスパターンとなっている。

検出エリア281～289内の電極パターンの印加電圧を制御することによって液晶24, 25の状態を変え、エリア内全体の液晶を透明状態や不透明状態にしたり、図3に示すように透明・不透明の縦縞が交互に並んだ縞パターンを形成することができる。縞パターンの繰り返し周期である空間周波数については、1種類に限らず複数種類を形成することができるようになっており、横縞のパターンを形成することも可能である。なお、検出エリア281～289の電極パターンについては、ドットマトリックスパターンではなくて縞状の電極パターンであっても良い。

液晶光学部材 6 に設けられた集光光学素子 1 4 は、検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 内においてのみ屈折力を有する光学素子である。例えば、図 3 の破線で示すように、光軸から偏心したレンズ 2 9 の検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 に対応する部分のレンズ面が、集光光学素子 1 4 の検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 に対応する領域にそれぞれ形成されている。図 4 は、集光光学素子 1 4 に関して図 3 のⅡ－Ⅱ断面を示したものである。集光光学素子 1 4 の上方には、集光光学素子 1 4 に対応するレンズ 2 9 の断面を示した。2 9 A, 2 9 B, 2 9 C は、レンズ 2 9 における検出エリア 2 8 2, 2 8 5, 2 8 8 に対応する部分の面を示している。集光光学素子 1 4 の各検出エリア 2 8 2, 2 8 5, 2 8 8 には、面 2 9 A, 2 9 B, 2 9 C と同一形状を有する面 1 4 A, 1 4 B, 1 4 C がそれぞれ形成されている。なお、集光光学素子 1 4 としては、偏心したレンズ 2 9 の面 2 9 A, 2 9 B, 2 9 C を形成する方法の他に、ホログラム等の回折格子で構成しても良い。

《A F システム》

図 5 は、カメラ 1 の A F システムを説明するブロック図である。図 5 では、液晶光学部材 6 に設けられている透明基板 2 1 ～ 2 3 (図 2 参照) を省略して示した。液晶光学部材 6 の液晶 2 4, 2 5 は被写体光をフーリエ変換するフィルタとして機能するものであり、液晶 2 4 およびその状態を変える透明導電膜 2 6 a, 2 6 b でフィルタ F 1 が構成され、液晶 2 5 および透明導電膜 2 7 a, 2 7 b でフィルタ F 2 が構成される。透明導電膜 2 6 a, 2 6 b の印加電圧はフィルタ制御部 3 1 により制御され、透明導電膜 2 7 a, 2 7 b の印加電圧はフィルタ制御部 3 2 により制御される。

上述したように液晶光学部材 6 のファインダスクリーン 2 1 a は撮影光学系 4 の予定結像面と光学的に等価な位置に配置されており、図 1 の撮像素子 1 1 上にピントの合った被写体像が結像されると、ファインダスクリーン 2 1 a にもピントの合った被写体像が結像される。3 3 は撮影光学系 4 のフォーカスレンズ (不図示) を駆動制御するレンズ駆動装置である。レンズ駆動装置 3 3 により撮影光学系 4 のフォーカスレンズを駆動すると、結像位置が図示左右方向に移動する。レンズ駆動装置 3 3 および上述したフィルタ制御部 3 1, 3 2 はカメラ 1 の制御装置 3 4 によって制御される。

フィルタ F 1, F 2 の検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 (図 3 参照) を透過した光は

、集光光学素子 1 4 によって光電変換素子 1 3 の検出面に集光される。光電変換素子 1 3 の出力はアンプ 3 5 により増幅された後に、A/D コンバータ 3 6 によりデジタル信号に変化されて制御装置 3 4 に入力される。制御装置 3 4 の演算部 3 4 a では、入力された信号に基づいて撮影光学系 4 の焦点調節状態が演算される。制御装置 3 4 は、フィルタ制御部 3 1, 3 2 を制御するとともにレンズ駆動装置 3 3 を制御してオートフォーカス動作を行わせる。

《焦点調節動作の説明》

(空間周波数成分の取得について)

本実施の形態では、フィルタ F 1, 2 に後述するような縞パターンを表示することにより、被写体光の高周波領域の空間周波数成分を取得する。そして、その空間周波数成分がピークとなるレンズ位置に撮影光学系 4 のフォーカスレンズを移動することにより焦点調節を行う。最初に、フィルタ F 1, 2 による空間周波数成分の取得について説明する。

以下では、図 6 に示すように、フィルタ F 2 の右側の位置 x に撮影光学系 4 の焦点 4 0 がある場合について考える。図 6 ではフィルタ F 1, F 2 を示しているが、ここでは、フィルタ F 2 のみがある場合について考察する。位置 x での被写体像のボケ具合は、焦点 4 0 を頂点とする円錐 4 1 をフィルタ F 2 が切断する面の直径 r で表現することができる。光軸と円錐の母線とのなす角を θ とすると、直径 r は次式 (1) のように表される。

$$r = 2 x \tan \theta \quad \cdots (1)$$

この系で $\tan \theta$ はレンズの F 値 (= 焦点距離 / 口径) の逆数と $1/2$ との積であるので、ぼけ具合である r は次式 (2) で表せる。

$$r = x / F \quad \cdots (2)$$

この r は一次フィルタの減衰の波長と考えることができる。従って、ぼけ効果によって生じる被写体像の空間波長 R での減衰 f は次式 (3) のように表される。

$$f = 1 / \{ 1 + i (x / R F) \} \quad \cdots (3)$$

次式 (4) の I は f の絶対値を取ったものであり、波長 R の空間周波数成分のデフォーカス量 x による減衰を表している。

$$I = 1 / \{ 1 + (x / R F)^2 \}^{1/2} \quad \cdots (4)$$

この I は光電変換素子 13 により検出される光の強度に対応する量である。以下では、 I のことを光強度と呼ぶことにする。

図 7 の曲線 L1 はデフォーカス量 x に対する I の変化を示したものである。 $x = 0$ では、すなわち、フィルタ F2 が焦点位置 40 にある場合には $I = 1$ で、 x の絶対値が大きくなるほど I は小さくなる。式 (4) は、波長 R の空間周波数成分の減衰が、デフォーカス量 x によって規定されていることを示している。このことは、光軸上の所定位置における所定波長 R の空間周波数成分が分かれば、デフォーカス量 x を推定できることを示唆している。

【0026】

所定位置における波長 R の空間周波数成分を調べるには、その位置で光束をフーリエ変換してやれば良い。ところで、フィルタ F2 の検出エリア 281 ~ 289 (図 3 参照) に図 8 に示すような \cos 波の透過率を有する濃淡縞を表示すると、このフィルタ F2 を透過した光束はフーリエ \cos 変換を受けることになる。図 8 に示す濃淡縞の空間波長を R とすれば、光電変換素子 13 に向かう光束の強度は下記の式 (5) とすることができる。

$$I_{\theta} = I_0 \int f(x) \cos \theta x dx \quad \cdots (5)$$

ここで、 I_0 はフィルタ F2 を全透過状態、すなわち濃淡縞フィルタパターンが光路中に挿入されない状態での透過光束の強度である。また、 $\cos \theta x$ がフーリエ \cos 変換を表す。

式 (5) における θ は空間波長が R のときの空間周波数であり、 I_{θ} は空間波長 R の空間周波数成分を表している。なお、フィルタ F2 にフーリエ \sin 波に相当する透過率の濃淡縞パターンを表示すれば、フーリエ \sin 変換に相当する I_{θ} が得られる。焦点位置算出の際には、いずれの変換を用いても良い。

このようにフィルタ F2 で変調された光束を光電変換素子 13 で受光すると、光電変換素子 13 の出力はハード的にフーリエ変換された強度になる。濃淡縞パターンの波長 R を変更すると、波長 R に応じたフーリエ変換が行われることになる。そのため、種々の位置 x に対して測定された出力を図 7 の $x - I$ 平面上にプロットすると、それらのデータは図 7 の曲線 L1 と同一プロファイルを有する曲線となる。

このことは、曲線 L1 がピークとなる位置 $x = 0$ で被写体像のコントラストが

一番高くなり、ピントが合っていることを意味している。そのため、曲線 L 1 のピーク位置がファインダスクリーン 2 1 a と一致するようなレンズ位置にフォーカスレンズを移動すれば良い。

上述した例では、フィルタ F 2 の検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 に単一の cos 波パターンまたは sin 波パターンを表示したが、透過・不透過を交互に表示する矩形波パターンであっても良い。図 9 は矩形波パターン表示の一例を示す図であり、全透過の縦縞領域 4 2 と全遮光の縦縞領域 4 3 とを左右方向に交互に繰り返し表示したものである。単一の sin 波パターンや cos 波パターンに比べて、矩形波パターンは理想的とはいえないものの問題なく実用に供することができる。また、液晶でグラデーション表示する場合の難しさを考えると、表示の単純さから sin 波パターンや cos 波パターンよりも扱いやすいと言える。

なお、被写体に横方向のコントラスト変化がほとんど無い場合には、縦縞パターンを用いると光電変換素子 1 3 の出力値が非常に小さくなるので、そのような場合には、横縞パターンを形成するようにすれば良い。また、縞パターンは縦縞、横縞に限らず斜め方向に傾いた縞パターンであっても良い。斜めの縞パターンの場合には、被写体に縦方向のコントラスト変化が無い場合および横方向のコントラスト変化が無い場合のいずれにも対応することができる。

（焦点調節動作）

次いで、フィルタ F 1，F 2 を用いて空間周波数成分を取得する際のフィルタ F 1，F 2 の表示について説明する。図 3 に示したように、本実施の形態のカメラでは、撮影領域中の 9 つの検出エリア 2 8 1 ～ 2 8 9 のそれぞれにおける焦点調節情報、すなわち空間周波数成分を取得することができる。ここでは、中央の検出エリア 2 8 5 で得られる空間周波数成分に基づいて焦点調節を行う場合について説明する。他の検出エリアについては、検出エリア 2 8 5 の場合と全く同様に考えれば良い。

フィルタ F 2 の位置における空間周波数成分を取得する際には、フィルタ F 1，F 2 を図 1 0 A に示すような表示とする。フィルタ F 1 は、検出エリア 2 8 5 を全透過状態とし、検出エリア 2 8 5 以外の領域を全遮光状態とする。一方、フィルタ F 2 については、検出エリア 2 8 5 に所定空間周波数の縞パターンを表示し、検出エリア 2 8 5 以外の領域を全遮光状態とする。

次に、フィルタF 1の位置における空間周波数成分を取得するために、フィルタF 1、F 2を図10Bに示すような表示とする。すなわち、フィルタF 1の表示は図10AのフィルタF 2と同様な表示とし、フィルタF 2の表示は図10AのフィルタF 1と同様な表示とする。なお、検出エリア285以外の領域については、フィルタF 1、F 2の少なくともいずれか一方が全遮光状態であれば良く、他方は全遮光状態でなくても（例えば、全透過状態）良い。しかし、検出エリア285以外の領域の光束を効率よく遮断するためには、フィルタF 1およびF 2の両方について全遮光状態とするのが望ましい。

図10Aおよび図10Bに示す2つの表示状態のそれぞれに対して光電変換素子13の出力値を取得することにより、同一被写体像に関して光軸上の異なる位置における2種類のデータを得ることができる。本実施の形態では、図6に示すように、ファインダスクリーン21aを予定結像面と光学的に等価な位置と一致させ、ファインダスクリーン21aから距離d 1の位置にフィルタF 1を、距離d 1 + d 2の位置にフィルタF 2をそれぞれ配置している。

図6に示すように焦点40からファインダスクリーン21aまでの距離をyとすると、焦点40からフィルタF 1、F 2までの距離はそれぞれy - d 1、y - (d 1 + d 2)となる。そのため、図10Aに示す状態で検出される光強度Zaは次式(6)で表され、図10Bに示す表示状態で検出される光強度Zbは次式(7)で表される。

$$Z_a = a / \{1 + ((y - d_1 - d_2) / R_F)^2\}^{1/2} \quad \dots (6)$$

$$Z_b = a / \{1 + ((y - d_1) / R_F)^2\}^{1/2} \quad \dots (7)$$

なお、式(6)、(7)においてaは光束に減衰がない場合に観測される光強度を表している。これらの式(6)、(7)からファインダスクリーン21aの距離yおよび減衰がないときの光強度aを算出することができる。ただし、Za = Zbとなった場合には、フィルタF 1、F 2は焦点40を挟んで焦点位置から等距離にあると考えられるので、それらの中間位置y - (d 1 + d 2) / 2に焦点40があるものとする。

図11は、 $Z = a / \{1 + (y / R_F)^2\}^{1/2}$ を示す図であり、yは撮影光学系4の結像位置（焦点40）からの距離である。結像位置とファインダスクリーン21aとの距離がy'であった場合、フィルタF 1、F 2の位置はそれぞれy

$y' = d_1$, $y' = d_1 - d_2$ となるので、光強度 Z_a および Z_b は、曲線 Z 上の点 P_{11} , P_{12} における Z の値になる。すなわち、光強度 Z_a および Z_b がこのような値であった場合には、フォーカスレンズ位置をレンズ駆動装置 33 により変更して、結像位置をファインダスクリーン 21 a 方向に距離 y' だけ移動させれば合焦状態となる。

焦点検出動作時以外は、検出エリア 281～289 を含め液晶 24, 25 は全透過状態とされる。なお、合焦後に、AF に用いた検出エリアを所定時間遮光状態とすることにより、被写体のどこに合焦しているかをファインダから視認できるようにしても良い。

《フィルタパターンについて》

上述した式 (4) によれば、光強度 I はフィルタ F_1 , F_2 の空間波長 R (または空間周波数) に依存している。図 12 の曲線 $L_{11} \sim L_{13}$ は、異なる空間波長 R に対する光強度 I を示したものである。曲線 L_{11} は波長 R_1 に関する光強度を表しており、曲線 L_{12} は波長 $R_2 = R_1 / 2$ の光強度を、曲線 L_{13} は波長 $R_3 = R_1 / 4$ の光強度を表している。図 12 から分かるように、縞パターンの波長 R を小さくするほど曲線のピーク形状が鋭くなる。

そのため、焦点位置がフィルタ F_1 , F_2 に近い場合には、焦点位置付近における変化の大きい曲線 L_{13} の方が算出精度が高くなる。逆に、焦点位置がフィルタ F_1 , F_2 から離れている場合には、得られるデータは曲線 $L_{11} \sim L_{13}$ の裾野付近の値になるので、裾野付近の変化が比較的大きく、かつ出力の大きな曲線 L_{11} の方が焦点位置の算出がしやすい。

すなわち、デフォーカス量 x が大きい場合には濃淡縞フィルタパターンの波長 R を大きくし、デフォーカス量 x が小さい場合に波長 R を小さくして精度の高い焦点位置演算を行うようにする。例えば、焦点調節動作において、最初に波長 R を大きくして粗調整をし、その後、波長 R を小さくして微調整を行うようにしても良い。また、得られた出力値が算出に必要な基準値よりも小さい場合には、波長 R をより大きくしてデータを取り直せば良い。

図 11 に示したように、フィルタ F_1 , F_2 に順に縞パターンを形成することにより、同一被写体に対して位置 $y = d_1$ および $y = d_1 - d_2$ に関する 2 つの空間周波数成分が得られる。このとき、比較すべき光強度 I は同一画像に対する

強度であるので、データ取得中は被写体が静止していることが好ましい。しかしながら、実際には被写体が画面内で動いてしまう可能性が、すなわち位相がずれる可能性が大きい。このような場合には、フーリエ変換の実部（cos 変換）または虚部（sin 変換）のどちらかを採用するのではなく、その両方から絶対値を取ってやればこのような位相のずれにも対応できる。

具体的には、画面中心に関して偶関数（cos）のフィルタパターンを表示したときのデータ Z_{\cos} と、奇関数（sin）のフィルタパターンを表示したときのデータ Z_{\sin} とを用いて、次式（8）のように絶対値 Z をとってやれば良い。

$$Z = (Z_{\cos}^2 + Z_{\sin}^2)^{1/2} \quad \dots (8)$$

通常は実部のみを対象とすれば十分であるが、より精密な測定を行うためにはこのような偶関数の縞と奇関数の縞とを表示して、絶対値 Z を用いて焦点位置を算出すれば良い。そうすることによって、ブレにも強い焦点検出を行うことができる。

《測光について》

ところで、図 1 に示したカメラでは、測光センサ 10 を設けて測光を行うようにしているが、光電変換素子 13 の検出値を利用して測光を行うことも可能である。例えば、画面中央の検出エリア 285 の測光を行う場合には、図 13 に示すように各フィルタ F1、F2 の検出エリア 285 のみを全透過状態とし、その他の領域は遮光状態とする。検出エリア 285 内を全透過にして検出される光強度はフーリエ変換の 0 次項すなわち直流成分であり、検出エリア 285 によって規定される光強度である。他の検出エリアの測光を行う場合も検出エリア 285 の場合と全く同様であり、測光を行う検出エリアのみを全透過状態とすれば良い。また、集光光学素子 14 の各検出エリア 281～289 について順に印加電圧をオフ状態とすれば、各検出エリア毎の測光値が得られる。

測光センサ 10 を用いて測光を行う場合、受光素子として用いられるフォトダイオードの出力をそのまま絶対値として採用しているため、暗電流の影響が避けられず精度上の制約となっていた。一方、上述したように光電変換素子 13 を用いて測光を行う場合には、フィルタ F1、F2 を全遮光状態とすることによって暗状態を作り出すことができるので、全透過と全遮光との差を取ることでより実効的な光強度だけを測定することができる。その結果、精度の高い測光を行うこ

とができる。なお、フィルタ F 1, F 2 の全ての領域を全透過状態とすれば、測光センサ 1 0 を用いて全画面平均の測光を行うことができる。

このように光電変換素子 1 3 が測光センサおよび測距センサを兼用している場合には、図 1 の測光センサ 1 0 の位置に光電変換素子 1 3 を配置しても良い。集光光学素子 1 4 による光束の偏向が小さくて済むので、ファインダで観察される被写体像が暗くなるのを抑制することができる。

上述した第 1 の実施の形態では液晶層とそれを挟んで設けられた一对の透明導電膜とで構成されるフィルタを 2 つ用いているが、3 つ以上用いても良いし、1 つであっても良い。ただし、フィルタを 1 つしか用いない場合には、式 (6), (7) のような式が 1 つしか得られないので、計算により焦点位置を算出することはできない。そのため、フィルタを 1 つ用いる場合には、後述する「山登り方式」と呼ばれる方法によってオートフォーカス動作を行えば良い。なお、フィルタが 1 つの場合には、検出エリアに他の領域の光束が入り込むおそれがないので、検出エリア以外の領域を遮光状態（暗黒状態）としなくても良い。

《山登りオートフォーカスの説明》

撮影光学系 4 のフォーカスレンズをその移動可能範囲の全域に移動させると、図 1 4 の曲線 L 2 0 で示すような強度 I が光電変換素子 1 3 によって検出される。A F 動作開始時のフォーカスレンズ位置が B 1 であった場合には強度 I 1 が検出される。「山登り方式」においては、フォーカスレンズを所定距離移動させる度に強度 I を検出して記憶しておき、検出された強度 I と既に記憶されている強度 I と比較して、強度 I が増加する方向にフォーカスレンズを移動させる。

図 1 4 に示す例では、レンズ位置を B 1 から B 2, B 3, B 4 のように移動させる。さらに、フォーカスレンズをレンズ位置 B 5 からレンズ位置 B 6 に移動させて強度 I を検出すると、レンズ位置 B 6 での強度はレンズ位置 B 5 で検出された強度よりも小さくなる。すなわち、強度 I の変化が増加から減少に転じるのを検出することにより、フォーカスレンズがピーク位置 P を通過したことを認識することができる。その場合、フォーカスレンズを逆方向に移動させてピーク位置 P に位置決めする。

検出された強度 I に基づくピーク位置の求め方としては、例えば、三点内挿演算がある。図 1 5 は三点内挿演算を説明する図であり、P 1, P 2, P 3 の順に

強度データが得られた場合を示している。この場合、強度 I はデータ P_2 を境に増加から減少へと転じている。

そこで、データ P_3 が取得されたならば、まず、点 P_2 および点 P_3 を通る直線 L_{31} を求める。次に、この直線 L_{31} の傾きを $-K$ としたとき、傾きが K で点 P_1 を通る直線 L_{32} を算出する。そして、直線 L_{31} と直線 L_{32} との交点 A を求める。交点 A の座標はレンズ位置と強度とで表され、この交点 A のレンズ位置 C にフォーカスレンズを移動することにより、撮像素子 1_1 （図 1 参照）上にピントの合った被写体像が結像される。

「山登り方式」の場合にも、強度変化が小さい領域（曲線 L_{20} の裾の付近）では波長 R を大きくし、強度変化が大きくなったなら波長 R を小さくするように縞パターンの空間波長 R を変更しても良い。なお、ここではフィルタが 1 つの場合について説明したが、フィルタを複数有するものに「山登り方式」を適用しても良い。

図 2 に示した液晶光学部材 6 では透明基板 2_1 の下面にファインダスクリーン 2_1a を形成したが、図 16 に示すように液晶光学部材 6 とファインダスクリーン 5_0 とを別々に用意しても良い。また、液晶 2_4 、 2_5 に高分子分散型液晶を用いた場合には、印加電圧の大きさを調整することにより磨りガラスのような半透明状態にすることができる。そのため、ファインダスクリーン 2_1a 、 5_0 を設ける代わりに、液晶 2_4 、 2_5 のいずれかを半透明状態にしてファインダスクリーンとしても良い。

さらに、液晶 2_4 、 2_5 の検出エリア $2_81 \sim 2_89$ 以外の領域に種々のマークや記号を表示して、ファインダ内表示として利用することもできる。なお、上述した実施の形態ではフィルタ F_1 、 F_2 の液晶 2_4 、 2_5 に高分子分散型液晶を用いたが、高分子分散型に限らず種々の液晶を用いることができる。ただし、TN 液晶や STN 液晶を用いる場合には、図 17 のように偏光板 5_1 、 5_2 を設ける必要がある。

上述した第 1 の実施の形態は以下のような利点を有している。

(1) 一眼レフカメラのフォーカススクリーンが配設されていた位置に液晶光学部材 6 を配設することにより、実際に観察しているファインダ像の合焦状態を直接評価することができる。

(2) フィルタを複数使用する場合には、焦点位置（結像位置）を計算で求めることができるので、フォーカスレンズを素早く合焦位置に移動させることができる。すなわち、直接結像面をモニタするコントラスト方式でありながら、位相差方式と同等の速写性を実現することができる。

(3) 被写体光束からの空間周波数成分の抽出を液晶光学部材 6 および光電変換素子 1 3 によりハード的に行っているため、従来のコントラスト方式の A F 機構に比べて演算負荷を軽減することができる。

(4) 合焦状態を評価する検出エリアを、コストアップを招くことなくかつ容易に、画面上の任意の位置に多数配置させることができる。

(5) 上述した実施の形態では予め設定された位置に検出エリアを形成したが、ドットマトリックス方式の液晶フィルタの場合には、被写体やその位置に応じて検出エリアを画面内で自由に移動させることが可能である。

(6) 液晶光学部材 6 および光電変換素子 1 3 によって焦点検出と測光とを行わせることができ、部品点数およびコストの削減をすることができる。

－第 2 の実施の形態－

上述した第 1 の実施の形態では、図 3，4 に示したようにレンズ 2 9 の面形状と同一面形状を集光光学素子 1 4 の検出エリア 2 8 1～2 8 9 に形成して、検出エリア 2 8 1～2 8 9 を通過する光を集光するようにした。第 2 の実施の形態では、上述した集光光学素子 1 4 の代わりに、光学異方性を有する液晶と透明な等方性ポリマーとで構成される集光光学素子 1 4 0 を用いるようにした。この集光光学素子 1 4 0 は回折格子として機能し、図 1 8 に示すような断面構造を有している。図 1 8 は、集光光学素子 1 4 0 の検出エリア 2 8 5 の部分を図 3 の図示左右方向に断面したときの模式図である。

図 1 8 において 1 4 1，1 4 2 はガラス基板であって、ガラス基板 1 4 1，1 4 2 の互いに対向している面には透明導電膜 1 4 3，1 4 4 による電極パターンが形成されている。透明導電膜 1 4 3，1 4 4 には、各検出エリア 2 8 1～2 8 9（図 3 参照）に電圧を印加する電極と、検出エリア以外の領域に電圧を印加する電極とが形成されている。透明導電膜 1 4 3 が形成されたガラス基板 1 4 1 と透明電極 1 4 4 が形成されたガラス基板 1 4 2 との間には、高分子ポリマー 1 4 5 a に液晶粒子 1 4 5 b を分散した高分子分散液晶材 1 4 5 が挟持されている。

高分子分散液晶材 1 4 5 の検出エリア 2 8 5 を除く領域では、高分子ポリマー 1 4 5 a 中に液晶粒子 1 4 5 b が均一に分散している。一方、検出エリア 2 8 5 に対応する領域では液晶粒子 1 4 5 b の密度の高い層 1 4 6 と液晶粒子 1 4 5 b の密度の低い層 1 4 7 とが交互に現れる層状構造となっている。この層状構造は干渉縞の周期構造を有しており、検出エリア 2 8 5 に対応する部分は体積型のホログラムを構成している。

図 1 9 ～図 2 2 は検出エリアに形成されたホログラムの動作を説明する図である。図 1 9, 2 0 は高分子分散液晶材 1 4 5 の断面を模式的に示したものであり、図 2 1, 2 2 は被写体光束の進行方向を示す図である。図 1 9, 2 1 では、検出エリア 2 8 5 の電極には電圧を印加せず、その他の領域の電極に電圧を印加した状態を示している。一方、図 2 0, 2 2 では、検出エリア 2 8 5 の電極にも電圧を印加している。

図 1 9, 2 0 において 1 4 8 は液晶粒子 1 4 5 b 内の液晶分子を表している。液晶分子 1 4 8 は 2 つの屈折率、すなわち、屈折率楕円体の長径に相当する常屈折率 n_o と、屈折率楕円体の短径に相当する異常屈折率 n_e とを有している。高分子分散液晶材 1 4 5 においては、常屈折率 n_o および異常屈折率 n_e の一方が等方性高分子ポリマー 1 4 5 a の屈折率 n_p と等しくなるように設定されている。

図 1 9 に示す状態における検出エリア 2 8 5 では、電極に電圧が印加されていないため液晶粒子 1 4 5 b 内の液晶分子 1 4 8 はランダムに配向し、高分子分散液晶材 1 4 5 に入射した光は散乱される。その結果、層 1 4 6 と層 1 4 7 とから成る部分、すなわち、高分子分散液晶材 1 4 5 の検出エリア 2 8 5 の領域は回折格子として機能する。本実施の形態の場合、図 7 に示すように検出エリア 2 8 5 に入射した被写体光束 L_a は層 1 4 6, 1 4 7 から成る回折格子により回折されて、光電変換素子 1 3 に集光される。

一方、図 1 9 の検出エリア 2 8 5 以外の領域では、電圧が印加されているために図示上下方向の電界が発生し、液晶分子 1 4 8 は電界方向に配向することになる。本実施の形態では、配向したときの液晶の屈折率と高分子ポリマー 1 4 5 a の屈折率とを等しく設定することにより、電圧が印加された領域では高分子分散液晶材 1 4 5 が透明状態となるようにしている。そのため、図 2 1 に示すように

、検出エリア 285 以外の領域に入射した光束 L b は透明状態の高分子分散液晶材 145 を回折作用を受けずに透過し、ペンタプリズム 7（図 1 参照）および接眼レンズ 8 を介してファインダ接眼窓 9 へと導かれる。

図 20 に示す状態では、検出エリア 285 の電極にも電圧が印加されているので、層 146 内の液晶分子 148 も電界方向（図示上下方向）に配向している。その結果、図 22 に示すように高分子分散液晶材 145 に入射した光束 L a, L b は回折作用を受けずに透過し、全てがペンタプリズム 7 および接眼レンズ 8 を介してファインダ接眼窓 9 へと導かれる。

上述した集光光学素子 140 の動作をまとめると以下のようになる。

（a）焦点検出動作を行わないときには、集光光学素子 140 の全領域を透過状態とする。そのため、フィルタ F 1, F 2 を透過した被写体光束は全てファインダ光学系へと導かれる。

（b）検出エリア 285 で焦点検出を行う場合には、検出エリア 285 の印加電圧をオフにする。その結果、検出エリア 285 を透過する被写体光束のみが偏向されて光電変換素子 13 に集光される。その他の領域の被写体光束は、偏向されずにファインダ光学系へと導かれる。

なお、上述した集光光学素子 140 では、検出エリア 281～289 のみに層 146, 147 を形成したが、検出エリア 281～289 以外の領域には常に電圧が印加されて透明状態とされるので、集光光学素子 140 の全体に層 146, 147 を形成するようにしても良い。この場合も、電極への印加電圧がオフとされた検出エリアのみが回折作用を有することになる。

図 23 は集光光学素子 140 の作成方法を図示したものである。まず、液晶と光硬化性モノマーとを混合してモノマー中に液晶を分散させる。次に、この混合液を透明導電膜 143, 144 が形成された一対のガラス基板 141, 142 の隙間に挟み込み、試料 300 を作成する。試料 300 の表面には、検出エリア 281～289 に対応した開口 301 a を有するマスク 301 が形成される。この試料 300 を図 23 のように配置する。

図 23 において 302 は光束 304 を出射する点光源であり、303 は参照光として用いられる平行光束である。光の進行方向を逆にたどれば、光束 304 は点光源 302 の位置に集光する光と同じであり、平行光束 303 は試料 300 か

ら垂直に出射される光と同じである。試料 300 と点光源 302 との相対的位置関係は、図 1 に示す集光光学素子 14 と光電変換素子 13 との位置関係と同一であって、点光源 302 は光電変換素子 13 の検出面と同一位置に配置されている。一方、平行光束 303 は試料 300 に垂直に入射する。光束 304 および平行光束 303 には、レーザ光のような可干渉性の光が用いられる。

マスク 301 が形成された試料 300 に光束 304 と平行光束 303 とを照射すると、試料 300 のマスク 301 に覆われていない領域には、2 つの光束 303, 304 による干渉縞が形成される。モノマーと液晶の混合液中において、干渉により光強度が強くなっている部分では、モノマーの光重合が充分に進んでポリマーの密度が高くなる。逆に、光強度が弱い部分では、光強度が強い部分にモノマーが引き寄せられる分だけ液晶の密度が高くなる。このようにして、図 4 に示すような液晶密度の低い層 147 と液晶密度の高い層 146 とから成るホログラムが高分子分散液晶材 145 内に形成される。これらの層 146, 147 の層構造は干渉縞の構造と同一になっている。

なお、マスク 301 を用いなくて、高分子分散液晶材 145 の全領域にホログラムを形成しても良い。

図 24 は、第 2 の実施の形態における AF システムを示すブロック図であり、集光光学素子 14 の検出エリア 281 ～ 289 に形成された電極への印加電圧をオンオフするための素子制御部 37 を備えている。その他の構成は図 5 に示したブロック図と同様である。本実施の形態では、素子制御部 37 により上述したように印加電圧を制御することによって、集光光学素子 14 の集光機能（回折機能）をオンオフすることができる。

焦点調節動作時にフィルタ F2 の位置における空間周波数成分を取得する場合には、フィルタ F1, F2 を図 25 A に示すような表示とする。フィルタ F1 は、検出エリア 285 も含めて全ての領域を透過状態とする。フィルタ F2 については、検出エリア 285 に所定空間周波数の縞パターンを表示し、検出エリア 285 以外の領域は透過状態とする。また、フィルタ F1 の位置における空間周波数成分を取得する場合には、図 25 B に示すようにフィルタ F1 は図 25 A のフィルタ F2 と同様の表示状態とし、フィルタ F2 は図 25 A のフィルタ F1 と同様の表示状態とする。

また、側光に関しては、第 1 の実施の形態と同様に、測光センサ 10 を用いる代わりに光電変換素子 13 の検出値を利用して測光を行うことも可能である。例えば、集光光学素子 140 の中央に設けられた検出エリア 285 の測光を行う場合には、各フィルタ F1, F2 の全領域を透過状態とし、集光光学素子 14 の検出エリア 285 の印加電圧をオフ状態とする。検出エリア 285 内を全透過にして検出される光強度はフーリエ変換の 0 次項すなわち直流成分であり、検出エリア 285 によって規定される光強度である。集光光学素子 140 の検出エリア 285 以外の領域は電圧を印加して透過状態としておく。

この場合、検出エリア 285 の被写体光束のみが光電変換素子 13 に集光される。他の検出エリアの測光を行う場合も検出エリア 285 の場合と全く同様であり、フィルタ F1, F2 については全領域を透過状態とし、集光光学素子 14 については測光を行う検出エリアのみの印加電圧をオフ状態とする。

本実施の形態の場合も、フィルタ F1, F2 を全遮光状態とすることによって暗状態を作り出すことができるので、全透過と全遮光との差を取ることでより実効的な光強度だけを測定することができる。その結果、精度の高い測光を行うことができる。

また、集光光学素子 14 の各検出エリア 281 ~ 289 について順に印加電圧をオフ状態とすれば、各検出エリア毎の測光値が得られる。さらに、集光光学素子 14 の全領域を透過状態とすれば、測光センサ 10 を用いて全画面平均の測光を行うことができる。なお、第 1 の実施の形態と同様に、光電変換素子 13 を測光センサおよび測距センサに兼用して用いる場合には、図 1 の測光センサ 10 の位置に光電変換素子 13 を配置しても良い。

第 2 の実施の形態は、上述した第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができるとともに、さらに、次のような利点を有している。すなわち、集光光学素子 14 は印加電圧のオンオフを制御することにより、焦点検出に必要な検出エリアだけの被写体光束を光電変換素子 13 に導き、その他の領域の被写体光束はファインダ光学系へと導かれる。そのため、ファインダを観察している撮影者に違和感をほとんど与えることがない。さらに、AF 測定光を例えば波長 540 nm 付近の単色光で行うような場合、検出エリア 281 ~ 289 のホログラムで波長 540 nm 付近の光を回折するようにすれば、焦点検出をしている検出エリアが暗

く観察されるのを避けることが可能となる。

－第３の実施の形態－

図２６は本発明による第３の実施の形態を示す図であり、図２４と同様のＡＦシステムを示すブロック図である。なお、第２の実施の形態と同様の部分には同一符号を付し、以下では異なる部分を中心に説明する。図２６において、６０は液晶光学部材であり、フィルタＦ１およびフィルタ１２を有している。後述するように、本実施の形態におけるフィルタＦ１２は、図２４のフィルタ２および集光光学素子１４０の機能を兼ね備えている。フィルタＦ１とファインダスクリーン２１ａとの間隔は d_1 に設定され、フィルタＦ１とフィルタＦ１２との間隔は d_2 に設定されている。フィルタＦ１２の動作はフィルタ制御部６１により制御される。

図２７は液晶光学部材６０の断面図であり、図２８は液晶光学部材６０の平面図である。フィルタＦ１の構成は第２の実施の形態と全く同様である。一方、フィルタＦ１２は、第２の実施の形態におけるフィルタＦ２の液晶２５を高分子分散液晶材１４５で置き換えた構成となっている。

《フィルタ動作の説明》

次に、ＡＦを行う際のフィルタＦ１，Ｆ１２の動作について説明する。本実施の形態でも、検出エリア２８５の被写体光束に基づいてＡＦを行う場合について説明する。図２９，３０はフィルタＦ１，Ｆ１２の動作を説明する図であり、それぞれ図２８のⅣ－Ⅳ断面を模式的に示したものである。上述した第２の実施の形態では、フィルタＦ２に縞パターンを形成したときの検出値と、フィルタＦ１に縞パターンを形成したときの検出値とから結像位置を演算した。第３の実施の形態では、フィルタＦ１２に縞パターンを形成したときの検出値と、フィルタＦ１に縞パターンを形成したときの検出値とから結像位置を演算する。

図２９は、フィルタＦ１２の検出エリア２８５に縞パターンを形成し、フィルタＦ１の検出エリア２８５を透過状態とした場合のⅣ－Ⅳ断面図である。フィルタＦ１，Ｆ１２の検出エリア２８５以外の領域は、電極に電圧が印加されて透過状態とされる。フィルタＦ１の液晶２４においては、高分子ポリマー２４ａ中に液晶粒子２４ｂが均一に分散している。液晶粒子２４ｂ内には液晶分子２４０が多数含まれている。

図 2 9 に示す透明導電膜 2 6 a , 2 6 b , 2 7 a , 2 7 b において、斜線を施した部分には電圧が印加されており、斜線が施されていない部分には電圧が印加されていない。フィルタ F 1 の場合には液晶 2 4 の全領域にわたって電圧が印加されており、液晶粒子 2 4 b 内の液晶分子 2 4 0 は電界方向（図示上下方向）に配向している。そのため、フィルタ F 1 は検出領域 2 8 5 も含めた全領域が透過状態となっており、入射した被写体光束はフィルタ F 1 を透過してフィルタ F 1 2 に入射する。

フィルタ F 1 2 の場合、検出エリア 2 8 5 以外の領域は上述したように全領域に電圧が印加されて透過状態となっているが、検出エリア 2 8 5 内においては、電圧が印加されていない電極パターン領域 2 7 1 と電圧が印加されている電極パターン 2 7 2 とが縞パターンを形成している。そのため、電極パターン 2 7 2 によって挟まれた領域の液晶粒子 1 4 5 b に関しては、液晶分子 1 4 8 が電界方向に配向している。一方、電極パターン 2 7 1 により挟まれた領域の液晶粒子 1 4 5 b では、液晶分子 1 4 8 の方向はランダムになっている。

その結果、検出エリア 2 8 5 の電極パターン 2 7 2 の部分に入射した縞状の被写体光束は図示上方に透過し、電極パターン 2 7 1 の部分に入射した縞状の被写体光束 6 7 は層 1 4 6 , 1 4 7 の回折作用によって偏向され、光電変換素子 1 3 （不図示）に集光される。また、被写体光束 6 7 は電極パターン 2 7 1 , 2 7 2 が形成する縞パターンにより変調を受けた光であって、縞パターンの空間波長に対する空間周波数成分になっている。そのため、第 2 の実施の形態でフィルタ F 2 に縞パターンを形成した場合と同様の焦点調節情報を得ることができる。

このようにして、フィルタ F 1 2 の位置における空間周波数成分が得られたならば、次いで、図 3 0 に示すようにフィルタ F 1 の検出エリア 2 8 5 に縞パターンを形成して、フィルタ F 1 の位置における空間周波数成分を取得する。このとき、フィルタ F 1 2 については、検出エリア 2 8 5 の電極パターン 2 7 1 , 2 7 2 には電圧を印加せず、その他の領域に関しては図 2 9 と同様に電圧を印加する。そのため、検出エリア 2 8 5 以外の領域においては、フィルタ F 1 からフィルタ F 1 2 に入射した被写体光束は回折等を受けることなくフィルタ F 1 2 を透過する。

一方、フィルタ F 1 2 の検出エリア 2 8 5 内においては、液晶分子 1 4 8 がラ

ランダムに配向する。そのため、フィルタ F 1 で変調されてからフィルタ F 1 2 に入射した被写体光束は、層 1 4 6 と層 1 4 7 との効果によって回折される。その結果、検出エリア 2 8 5 の被写体光束 6 8 は偏向されて、光電変換素子 1 3 に集光される。

《測光について》

次に、第 3 の実施の形態において、光電変換素子 1 3 の検出値を用いて測光を行う場合について説明する。以下では、検出エリア 2 8 5 の被写体光で測光を行う場合について説明する。フィルタ F 1 については、全体領域に電圧を印加してフィルタ F 1 の全体を透過状態（透明状態）にする。フィルタ F 1 2 については、図 3 0 に示す状態と同様に検出エリア 2 8 5 には電圧を印加せず、検出エリア 2 8 5 以外の領域には電圧を印加する。その結果、検出エリア 2 8 5 を透過した被写体光のみが光電変換素子 1 3 に集光される。

なお、フィルタ F 1 については、検出エリア 2 8 5 のみを透過状態にして測光を行っても良い。この場合、測光時にファインダが暗くなるという欠点があるが、検出エリア 2 8 5 以外の光の影響を除去することができる。

図 3 1, 3 2 は上述した第 3 の実施の形態の変形例を示す図である。この変形例におけるフィルタ F 1 1 は、フィルタ F 1 の液晶 2 4 に代えて高分子分散液晶材 1 4 5 を用いたものである。この場合、フィルタ F 1 1 とフィルタ F 1 2 とは全く同一の構成となる。

フィルタ 1 2 の位置における高周波成分を検出する場合には、図 3 1 に示すフィルタ F 1 2 の印加電圧の状態を図 2 9 のフィルタ F 1 2 と全く同様にする。そのため、電圧が印加されていない電極パターン 2 7 1 で挟まれた領域においては、液晶分子 1 4 8 の配向はランダムになっている。一方、電圧が印加されている電極パターン 2 7 2 で挟まれた領域においては、液晶分子 1 4 8 は電界方向（図示上下方向）に配向している。

また、フィルタ F 1 1 に関しては、検出エリア 2 8 5 内の電極パターンにも、検出エリア 2 8 5 以外の電極パターンにもそれぞれ電圧を印加する。そのため、フィルタ F 1 1 は全領域が透過状態となっており、フィルタ F 1 1 に入射した被写体光束はフィルタ F 1 1 を透過してフィルタ F 1 2 に入射する。フィルタ F 1 2 の検出エリア 2 8 5 においては、上述したように層 1 4 6 および 1 4 7 に縞パ

ターンが形成されるため、図 2 9 の場合と同じように縞パターンの透過部分から出射される被写体光束 6 7 は回折作用を受けて、光電変換素子 1 3（不図示）の方向に偏向される。

一方、図 3 2 は、フィルタ F 1 1 の位置における高周波成分を検出する場合を示したものである。フィルタ F 1 2 に関しては、検出エリア 2 8 5 内の電極パターン 2 7 1，2 7 2 および検出エリア 2 8 5 以外の領域の電極の全てに電圧を印加して、全領域を透過状態とする。また、フィルタ F 1 1 に関しては、検出エリア 2 8 5 では、電極パターン 2 4 1 には電圧を印加せず、電極パターン 2 4 2 には電圧を印加する。検出エリア 2 8 5 以外の領域には電圧を印加して透過状態とする。

その結果、検出エリア 2 8 5 に入射した被写体光束は、検出エリア 2 8 5 に形成された縞パターンの透過部分、すなわち、電極パターン 2 4 2 に入射した被写体光 6 8 のみがフィルタ F 1 1 を透過する。この被写体光束 6 8 は層 1 4 6，1 4 7 により回折作用を受けて、光電変換素子 1 3 方向に偏向される。その偏向された被写体光束 6 9 は、全領域が透過状態となっているフィルタ F 1 2 を透過して光電変換素子 1 3 に集光される。

上述したように、第 3 の実施の形態では、上述した第 2 の実施の形態と同様の効果を奏することができ、さらに次のような利点を有している。すなわち、フィルタ F 1 2 やフィルタ F 1 1 が集光光学素子 1 4 の機能も兼ねているため、第 1 の実施の形態のようにフィルタ F 1，F 2 に加えて集光光学素子 1 4 を別に設ける必要がなく、部品点数を削減することができる。

なお、上述した実施の形態ではデジタルカメラを例に説明したが、本発明による焦点検出装置は銀塩フィルムを使用する一眼レフカメラにも適用することができる。また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。

What is claimed is:

1 .

被写体観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、前記撮影光学系を介して入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する空間変調光学フィルタと、

検出した光に応じた信号を出力する光電変換素子と、

前記空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を前記光電変換素子に導く光学素子と、

前記変調された被写体光束を受光した前記光電変換素子から出力される信号に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備えるカメラ。

2 .

請求項 1 に記載のカメラにおいて、

前記空間変調光学フィルタは、前記撮影光学系によって規定される撮影画面内の複数の部分領域の内の少なくとも一つの部分領域を通過する光束を変調する。

3 .

請求項 1 に記載のカメラにおいて、

前記空間変調光学フィルタを前記撮影光学系の光軸方向に沿って複数設けるとともに、前記空間変調光学フィルタによる被写体光束の変調およびその変調された光束の前記光電変換素子による検出を、各空間変調光学フィルタのそれぞれに対して行わせる光束変調制御部を備え、

前記焦点調節状態演算手段は、前記複数の空間変調光学フィルタのそれぞれに対して得られる前記光電変換素子の出力信号に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を演算する。

4 .

請求項 1 に記載のカメラにおいて、

前記焦点調節状態演算手段は前記光電変換素子で検出される変調光束の光量を

演算し、

前記焦点調節状態演算手段で演算された光量が最大となるフォーカスレンズ位置を合焦目標位置として、前記撮影光学系のフォーカスレンズを移動させて合焦動作を行うオートフォーカス制御手段を設けた。

5.

請求項3に記載のカメラにおいて、

前記焦点調節状態演算手段は前記光電変換素子で検出される変調光束の光量を演算し、

前記焦点調節状態演算手段の演算結果に基づいて前記光電変換素子で検出される変調光束の光量が最大となるフォーカスレンズ位置を算出するAF演算部と、

前記AF演算部で算出されたフォーカスレンズ位置に前記撮影光学系のフォーカスレンズを移動させるオートフォーカス制御手段とを備える。

6.

請求項3に記載のカメラにおいて、

前記空間変調光学フィルタを透過型の液晶表示パネルで構成し、前記液晶表示パネルに所定空間周波数の透過特性を有する表示パターンを表示して前記被写体光束の変調を行う。

7.

請求項6に記載のカメラにおいて

前記光束変調制御部は、前記所定空間周波数の透過特性を有する表示パターンを表示する第1の表示状態と、前記被写体光束を透過する第2の表示状態とに制御可能であって、

前記第2の表示状態において前記光電変換素子から出力される信号に基づいて前記被写体光束の測光演算を行う測光演算部をさらに備える。

8.

請求項1に記載のカメラにおいて、

前記空間変調光学フィルタの空間周波数を可変とした。

9.

被写体観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、前記撮影光学系を介して入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する変調状態と、前記被写体光束を透過する透過状態とのいずれか一方が選択可能な空間変調光学フィルタと、

検出した光に応じた信号を出力する光電変換素子と、

前記空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を前記光電変換素子の検出面へと導き、前記空間変調光学フィルタを透過した被写体光束を前記ファインダ光学系へと導く光学素子と、

前記空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を受光した前記光電変換素子から出力される信号に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備える焦点検出装置。

10.

請求項9に記載の焦点検出装置において、

前記空間変調光学フィルタは、前記撮影光学系によって規定される撮影画面内の複数の部分領域の内の少なくとも一つの部分領域を通過する光束を変調する。

11.

請求項9に記載の焦点検出装置において、

前記光学素子は印加される電界に応じて光学異方性が変化する素子であって、

前記光学素子への印加電界を制御して、前記空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を前記光電変換素子の検出面へと導かせ、前記空間変調光学フィルタを透過した被写体光束をファインダ光学系へと導かせる光学素子制御手段を設けた。

12.

請求項9に記載の焦点検出装置において、

前記撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置を、カメラの焦点板の配設位置とした。

1 3 .

請求項 1 1 に記載の焦点検出装置において、

前記光学素子は、電界印加時の被写体光束に対する屈折率が互いにほぼ等しい等方性ポリマーおよび光学異方性液晶から成る高分子分散型液晶であって、前記等方性ポリマーの層と前記液晶の層とが規則的に配設された回折格子を少なくとも焦点検出エリアに備え、

前記光学素子制御手段は、前記回折格子への印加電界を制御して、前記空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を前記光電変換素子の前記検出面へと導かせ、前記空間変調光学フィルタを透過した被写体光束をファインダ光学系へと導かせる。

1 4 .

請求項 1 3 に記載の焦点検出装置において、

回折格子として機能する前記等方性ポリマーの層および前記液晶の層は、前記光学素子に垂直入射する平行光と光電変換素子の位置に設けられた点光源から放射される光束との干渉により形成されたホログラムである。

1 5 .

検出した光の光量に応じた信号を出力する光電変換素子と、

被写体光束観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、電界印加時の被写体光束に対する屈折率が互いにほぼ等しい等方性ポリマーおよび光学異方性液晶から成る高分子分散型液晶パネルと、

前記高分子分散型液晶パネルの少なくとも焦点検出エリアに設けられ、前記等方性ポリマーの層と前記液晶の層とが規則的に配設されて前記焦点検出エリアに入射する被写体光束を前記光電変換素子に集光する回折格子と、

前記回折格子に所定パターンの電界を印加して、入射する被写体光束を所定空

間周波数の透過特性で変調する回折パターンを前記回折格子に形成する液晶パネル制御手段と、

前記光電変換素子から出力される信号に基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備える焦点検出装置。

16.

請求項15に記載の焦点検出装置において、

前記液晶パネル制御手段は、前記回折格子に前記所定パターンの電界を印加する印加モードと、前記回折格子への電界の印加を停止する印加停止モードとを有し、

前記印加停止モード時に、前記光電変換素子から出力される信号に基づいて前記被写体光束の測光演算を行う測光演算部を設けた。

17.

請求項15に記載の焦点検出装置において、

前記高分子分散型液晶パネルよりも被写体側に配設され、前記焦点検出エリアの被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する変調状態と、前記被写体光束を透過する透過状態とのいずれか一方が選択可能な空間変調光学フィルタをさらに備え、

前記液晶パネル制御手段は、前記透過状態時に前記回折格子に前記所定パターンの電界を印加する印加モードと、前記変調状態時に前記回折格子への電界の印加を停止する印加停止モードとを有し、

前記焦点調節状態演算手段は、前記印加モード時に前記光電変換素子から出力される信号と、前記印加停止モード時に前記光電変換素子から出力される信号とに基づいて前記撮影光学系の焦点調節状態を演算する。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

被写体観察用のファインダ光学系において撮影光学系の予定結像面と光学的に等価な位置またはその近傍に配設され、撮影光学系を介して入射する被写体光束を所定空間周波数の透過特性で変調する空間変調光学フィルタと、検出した光の光量に応じた信号を出力する光電変換素子と、空間変調光学フィルタで変調された被写体光束を光電変換素子に導く光学素子と、変調された被写体光束を受光した光電変換素子から出力される信号に基づいて撮影光学系の焦点調節状態を演算する焦点調節状態演算手段とを備えるカメラ。